

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11313476 A**

(43) Date of publication of application: **09 . 11 . 99**

(51) Int. Cl

H02K 41/03
H02K 1/12

(21) Application number: **10118358**

(22) Date of filing: **28 . 04 . 98**

(71) Applicant: **MATSUSHITA REFRIG CO LTD**

(72) Inventor: **YAMAMOTO HIDEO**
SHIBUYA HIROMI

(54) **LINEAR MOTOR**

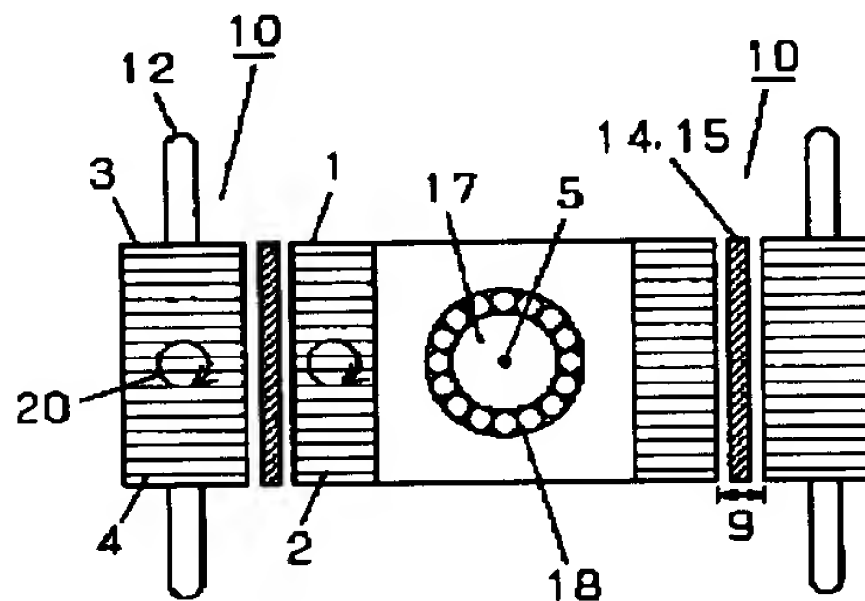
be also reduced.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a linear motor which is improved in motor efficiency and the manufacturing method which is simplified.

SOLUTION: A linear motor is constituted of prism-like inner yoke 1 and outer yoke 3 formed by laminating rectangular thin plates 2 having high magnetic permeability upon another, coils 12 wound around the central ones of three magnetic poles, so as to alternately form different magnetic poles in the axial direction 5 of the outer yoke 3, yoke blocks 10 respectively constituted by facing the surfaces of the outer yoke 3 having the magnetic poles to the inner yoke 1 through prescribed spaces, a plate-like base which holds the set of yoke blocks 10 in a facing state, and a mobile section which holds a pair of plate-like permanent magnets 14 and 15 in the spaces between the inner yoke 1 and outer yoke 3 at prescribed intervals in the axial direction, so that the directions of the magnetization of the magnets 14 and 15 are opposite to each other. Therefore, the core loss of the linear motor is reduced, and the motor efficiency of the motor is improved. In addition, the manufacture of the motor is simplified, and the manufacturing cost of the motor can



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-313476

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 K 41/03

H 0 2 K 41/03

A

1/12

1/12

A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-118358

(22) 出願日 平成10年(1998)4月28日

(71) 出願人 000004488

松下冷機株式会社

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

(72) 発明者 山本 秀夫

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

松下冷機株式会社内

(72) 発明者 渋谷 浩洋

大阪府東大阪市高井田本通4丁目2番5号

松下冷機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 モータ効率を向上し、製造の簡易化したリニアモータを提供する。

【解決手段】 略長形状で透磁率が高い薄板2を積み重ねて形成した角柱状のインナヨーク1及びアウトヨーク3と、アウトヨーク3の軸方向5に異磁極を交互に形成するように3個の磁極6, 7, 8の中央の磁極に巻き付けたコイル12と、アウトヨーク3の磁極を有する面をインナヨーク1に対向して所定空隙9を隔てて構成したヨークブロック10と、1組のヨークブロック10を対向させて保持する平板状のベースと、一对の平板状永久磁石14, 15を磁化の向きが逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けてインナヨーク1とアウトヨーク3間の空隙9内に保持した可動部13とから構成している。従って、鉄損を低減し、モータ効率が向上すると共に、モータの製造が簡易になり、コストも低減できる。

1 インナヨーク

2, 4 薄板

3 アウトヨーク

5 軸

9 空隙

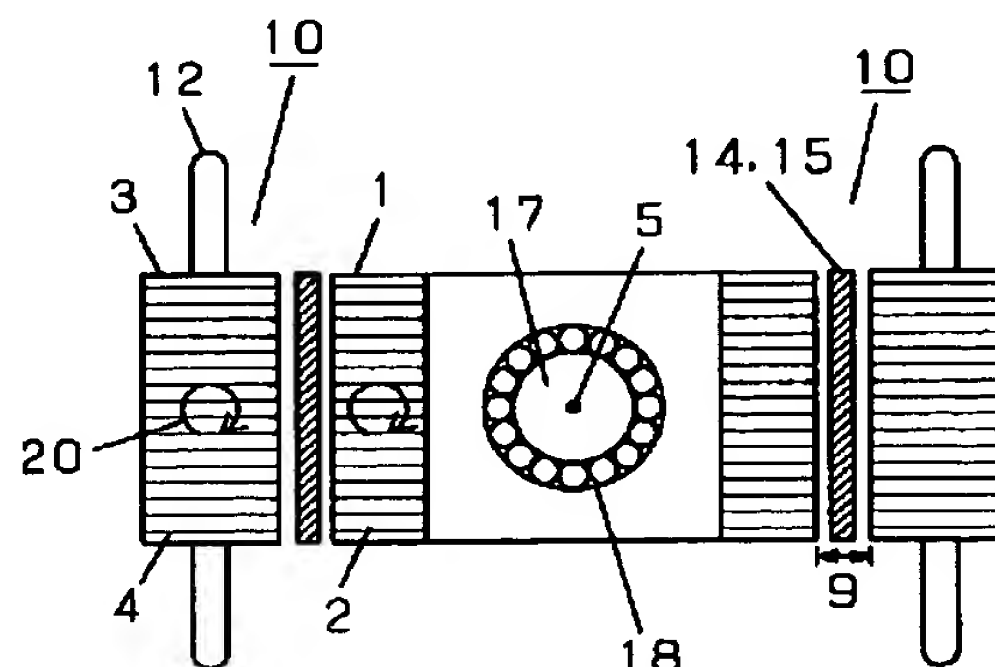
10 ヨークブロック

12 コイル

14, 15 永久磁石

17 シャフト

18 軸受け



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 略長方形で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成した角柱状のインナヨークと、略長方形で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成すると共に軸方向にスロットを切り欠いたアウトヨークと、前記アウトヨークの軸方向に異磁極を交互に形成するように 3 個の磁極の中央の磁極に巻き付けたコイルと、前記アウトヨークの磁極を有する面をインナヨークに対向して所定空隙を隔てて構成したヨークブロックと、1 組のヨークブロックをインナヨーク側を所定間隔を設けて対向させて保持する平板状のベースと、両インナヨークの中心に位置するようにベースに取り付けた軸受けと、前記インナヨークとアウトヨークの対向する方向に磁化した一対の平板状永久磁石を磁化の向きが逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けて前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙内に保持した可動部と、前記可動部と一体化すると共に前記軸受けに挿入したシャフトから構成したリニアモータ。

【請求項 2】 前記アウトヨークを 3 つの磁極を分割した 3 個のブロックから構成し、中央の磁極にコイルを挿入した後 3 個のブロックを合体した請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 3】 前記アウトヨークの磁極と反対面の角を切り落とした請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 4】 前記ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で構成した請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 5】 前記ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成した請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 6】 前記ベースに前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙幅に等しい幅の凸部を設け、インナヨーク及びアウトヨークを凸部に押し当てて固定した請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 7】 前記可動部を非磁性体で構成した請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 8】 前記可動部を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成した請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 9】 前記可動部を口型の一対の可動部ベースと、前記可動部ベースを支えて略立方体状に構成する複数の支柱と、略立方体状に構成された相対向する 2 面において、一対の可動部ベースに挟まれると共に所定間隔を設けて配置するためにスペーサを間に設けた一対の永久磁石と、前記インナヨーク間の空隙で可動部とシャフトを接続する支持部とから構成した請求項 1 記載のリニアモータ。

【請求項 10】 前記インナヨーク及びアウトヨークのお互いに対向する面以外の面に密着した非磁性体からなる保持部材でインナヨーク及びアウトヨークを各々ベースに固定した請求項 6 記載のリニアモータ。

【請求項 11】 前記可動部ベースとスペーサを非磁性

体で且つ固有抵抗の高い素材で構成し、支持部を非磁性体で構成した請求項 9 記載のリニアモータ。

【請求項 12】 前記可動部ベース、支柱、スペーサ、支持部を非磁性体で且つ固有抵抗の高い SUS 等のネジ、ボルトで接続固定した請求項 9 記載のリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、可動磁石型のリニアモータに係わり、モータ効率の向上と製造の簡易化を図るものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、リニアモータの開発が活発に行われつつある。従来から欧米では宇宙空間で用いるスターリングエンジン用のリニアモータが研究されていた。近年、米国 SUNPOWER 社は一般の環境下で用いるコンプレッサ用の可動磁石型リニアモータを開発した (Nicholas R. van der Walt, Reuven Unger: Linear compressors-amaturing technology, International Appliance Technical Conference, pp1-6, 1994)。

【0003】 図 8 に従来のリニアモータの概要図を示す。リニアモータ 100 は、円筒状のインナヨーク 101 と、2 個の磁極 102, 103 を有するアウトヨーク 104 と、中心軸 105 の周りに巻いたコイル 106 と、円筒状の永久磁石 107 を有する可動子 108 より構成されている。

【0004】 そして、コイル 106 に交流電流が供給されると、磁極 102, 103 に軸方向に異磁極が交互に形成され、可動子 108 の永久磁石 107 との磁氣的吸引、反発作用により、コイル 106 電流の大きさと永久磁石 107 の磁束密度に比例した推力が発生し、可動子 108 が交流電流の周波数に同期して往復動する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 モータの効率向上を阻害するのが渦電流損失、ヒステリシス損失等の鉄損である。渦電流損失は、ヨーク材の板厚の 2 乗に比例する特性を有しているため、ヨークを薄板を積層して構成することが有効である。しかし、従来のリニアモータの構成では、ヨークが円筒形状であり、製造において中心軸に向けて薄板を積層することが非常に困難であるという課題があった。

【0006】 本発明は上記従来の課題を解消するものであり、鉄損の中の渦電流損失を低減し、モータ効率を向上すると共に、ヨークの製造が簡易なリニアモータを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 この課題を解決するため

に本発明のリニアモータは、略長形状で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成したインナヨークと、略長形状で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成すると共に軸方向にスロットを切り欠いたアウトヨークと、前記アウトヨークの軸方向に異磁極を交互に形成するように3個の磁極の中央の磁極に巻き付けたコイルと、前記アウトヨークの磁極を有する面をインナヨークに対向して所定空隙を隔てて構成したヨークブロックと、1組のヨークブロックをインナヨーク側を所定間隔を設けて対向させて保持する平板状のベースと、前記インナヨークとアウトヨークの対向する方向に磁化した一对の平板状永久磁石を磁化の向きが逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けて前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙内に保持した可動部から構成している。

【0008】これにより、インナヨーク、アウトヨークの鉄損を低減してモータ効率を向上すると共に、リニアモータの製造が簡易になる。

【0009】また、本発明は、前記アウトヨークを3つの磁極を分割した3個のブロックから構成し、中央の磁極にコイルを挿入した後3個のブロックを合体して構成している。

【0010】これにより、コイルの占積率が高まり、リニアモータが小型化できる。また、本発明は、前記アウトヨークの磁極と反対面の角を切り落とした構成である。

【0011】これにより、アウトヨークの不要な磁束が減少し、鉄損を低減してモータ効率を向上する。

【0012】また、本発明は、前記ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で構成している。

【0013】これにより、ベースの鉄損を低減してモータ効率を向上する。また、本発明は、前記ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成している。

【0014】これにより、ベースの鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。また、本発明は、前記ベースに前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙幅に等しい幅の凸部を設け、インナヨーク及びアウトヨークを凸部に押し当てて固定して構成している。

【0015】これにより、インナヨークとアウトヨーク間の空隙距離を精度良く確保できると共に、リニアモータの製造が簡易になる。

【0016】また、本発明は、前記可動部を非磁性体で構成している。これにより、可動部の鉄損を低減してモータ効率を向上する。

【0017】また、本発明は、前記可動部を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成している。

【0018】これにより、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。また、本発明は、前記可動部を口型の一对の可動部ベースと、前記可動部ベースを支えて略立方体状に構成する複数の支柱と、略立方体状に構

成された相対向する2面において、一对の可動部ベースに挟まれると共に所定間隔を設けて配置するためにスペーサを間に設けた一对の永久磁石と、前記インナヨーク間の空隙で可動部とシャフトを接続する支持部とから構成している。

【0019】これにより、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になる。また、本発明は、前記可動部ベースとスペーサを非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成し、支持部を非磁性体で構成している。

10 【0020】これにより、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になると共に、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。

【0021】

20 【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、略長形状で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成した角柱状のインナヨークと、略長形状で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成すると共に軸方向にスロットを切り欠いたアウトヨークと、前記アウトヨークの軸方向に異磁極を交互に形成するように3個の磁極の中央の磁極に巻き付けたコイルと、前記アウトヨークの磁極を有する面をインナヨークに対向して所定空隙を隔てて構成したヨークブロックと、1組のヨークブロックをインナヨーク側を所定間隔を設けて対向させて保持する平板状のベースと、両インナヨークの中心に位置するようにベースに取り付けた軸受けと、前記インナヨークとアウトヨークの対向する方向に磁化した一对の平板状永久磁石を磁化の向きが逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けて前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙内に保持した可動部と、前記可動部と一体化すると共に前記軸受けに挿入したシャフトから構成したものであり、インナヨーク、アウトヨークの鉄損を低減してモータ効率を向上すると共に、リニアモータの製造が簡易になるという作用を有する。

30 【0022】請求項2に記載の発明は、前記アウトヨークを3つの磁極を分割した3個のブロックから構成し、中央の磁極にコイルを挿入した後3個のブロックを合体して構成したものであり、コイルの占積率が高まり、リニアモータが小型化できるという作用を有する。

40 【0023】請求項3に記載の発明は、前記アウトヨークの磁極と反対面の角を切り落として構成したものであり、アウトヨークの不要な磁束が減少し、鉄損を低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0024】請求項4に記載の発明は、前記ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で構成したものであり、ベースの鉄損を低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

50 【0025】請求項5に記載の発明は、前記ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成したものであり、ベースの鉄損を更に低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0026】請求項6に記載の発明は、前記ベースに前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙幅に等しい幅の凸部を設け、インナヨーク及びアウトヨークを凸部に押し当てて固定して構成したものであり、インナヨークとアウトヨーク間の空隙距離を精度良く確保できリニアモータの推力バラツキが低減できると共に、リニアモータの製造が簡易になるという作用を有する。

【0027】請求項7に記載の発明は、前記インナヨーク及びアウトヨークのお互いに対向する面以外の面に密着した非磁性体からなる保持部材でインナヨーク及びアウトヨークを各々ベースに固定して構成したものであり、インナヨークとアウトヨーク間の空隙距離を精度良く確保できると共に、リニアモータの製造が簡易になるという作用を有する。

【0028】請求項8に記載の発明は、前記可動部を非磁性体で構成したものであり、可動部の鉄損を低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0029】請求項9に記載の発明は、前記可動部を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成したものであり、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0030】請求項10に記載の発明は、前記可動部を口型の一对の可動部ベースと、前記可動部ベースを支えて略立方体状に構成する複数の支柱と、略立方体状に構成された相対向する2面において、一对の可動部ベースに挟まれると共に所定間隔を設けて配置するためにスペーサを間に設けた一对の永久磁石と、前記インナヨーク間の空隙で可動部とシャフトを接続する支持部とから構成したものであり、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になるという作用を有する。

【0031】請求項11に記載の発明は、前記可動部ベースとスペーサを非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成し、支持部を非磁性体で構成したものであり、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になると共に、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0032】請求項12に記載の発明は、前記可動部ベース、支柱、スペーサ、支持部を非磁性体で且つ固有抵抗の高いSUS等のネジ、ボルトで接続固定して構成したものであり、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0033】

【実施例】以下、本発明の実施の形態について、図1から図20を用いて説明する。

【0034】（実施例1）図1は本発明によるリニアモータの第1実施例を示す平面図であり、図2は図1におけるA-A断面図である。

【0035】1はインナヨークであり、略長形状で透磁率の高い多数の薄板2を多数積み重ねて角柱状に形成している。3はアウトヨークであり、略長形状で透磁

率の高い多数の薄板4を多数積み重ねて角柱状に形成すると共に軸方向5にスロット21、22を切り欠いて3つの磁極6、7、8を形成している。アウトヨーク3の磁極6、7、8を有する面をインナヨーク1に対向して所定空隙9を隔ててヨークブロック10を構成している。そして、1組のヨークブロックをインナヨーク側を所定間隔を設けて対向させて平板状のベース11上に保持している。

【0036】アウトヨーク3の3つの磁極6、7、8に異磁極を交互に形成するように、中央の磁極7の周りにコイル12が巻かれており、コイル12は2個のアウトヨーク3に個別に巻かれており、各々のコイル12は並列に接続されている。

【0037】ここで、インナヨーク1、アウトヨーク3を構成する多数の薄板2、4は無方向性の電磁鋼帯（新日本製鐵製35H440等）を使用しており、薄板方向の飽和磁束密度が高く、鉄損が低い特性を有していると共に、表面は絶縁皮膜が施されている。

【0038】可動部13は、インナヨーク1とアウトヨーク3の対向する方向に磁化した一对の平板状永久磁石14、15と、永久磁石支持体16、シャフト17から構成している。永久磁石14、15はNd-Fe-B系の希土類磁石が望ましく、磁化の向きが交互に逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けて永久磁石支持体16で固定され、インナヨーク1とアウトヨーク3間の空隙9内に配置されている。

【0039】シャフト17の往復動を円滑にする軸受18は、軸回転を規則すればどのような構成でも良いが、従来からあるリニアボールベアリング、含油メタル軸受等種々の構成が選択できる。

【0040】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石15から発生した磁束19は、空隙9、インナヨーク1、空隙9、永久磁石14、アウトヨーク3、空隙9を通して永久磁石15に戻ると共に空隙9に静磁界を発生する。インナヨーク1、アウトヨーク3中では薄板2、4の平面内を循環する。

【0041】そして、コイル12に交流電流が供給されると、磁極6、7、8に軸方向に異磁極が交互に形成され、可動部13の永久磁石14、15との磁氣的吸引、反発作用により、コイル12電流の大きさと永久磁石14、15の磁束密度に比例した推力が発生し、可動部13と共にシャフト17が交流電流の周波数に同期して往復動する。

【0042】ここで、永久磁石14、15から発生した磁束19は、インナヨーク1、アウトヨーク3中では薄板2、4の平面内を循環する。磁束19が薄板2、4の平面内を循環する時に、磁束19と交差する方向に渦電流20を発生しようとする。これは磁束密度の2乗に比例しヨーク材の板厚の2乗に比例する電流である。インナヨーク1及びアウトヨーク3を透磁率が高く表面が絶

縁された多数の薄板2を多数積み重ねて角柱状に形成したことにより、渦電流の発生を殆ど無くすることができ、鉄損が大幅に低減する。従って、モータ効率を向上することができる。

【0043】また、インナヨーク1及びアウトヨーク3を薄板2, 4を単純に多数積み重ねて角柱状に形成したことにより、リニアモータのヨークの製造が非常に簡易になる。

【0044】また、Nd-F e-B系の希土類磁石は加工が難しく、円筒形状は加工が複雑になるためコストが高い。加工の単純な平板状永久磁石14, 15としたことにより、磁石の製造が簡易になり、磁石コストの低減、即ちモータの低コスト化が図れる。

【0045】また、以上の説明ではアウトヨーク3にコイル12を巻いた例で説明したが、インナヨーク1にコイル12を巻いた構成も可能である。

【0046】また、以上の説明では磁極が3個の例で説明したが、ヨーク及び磁石、コイルを軸方向に更に直列接続した構成も可能である。

【0047】以上のように本実施例のリニアモータは、略長方形形状で透磁率が高い薄板2を多数積み重ねて形成した角柱状のインナヨーク1と、略長方形形状で透磁率が高い薄板4を多数積み重ねて形成すると共に軸方向にスロットを切り欠いたアウトヨーク3と、前記アウトヨーク3の軸方向5に異磁極を交互に形成するように3個の磁極6, 7, 8の中央の磁極に巻き付けたコイル12と、前記アウトヨーク3の磁極を有する面をインナヨーク1に対向して所定空隙9を隔てて構成したヨークブロック10と、1組のヨークブロック10をインナヨーク1側を所定間隔を設けて対向させて保持する平板状のベースと、両インナヨークの中心に位置するようにベース11に取り付けた軸受け18と、前記インナヨーク1とアウトヨーク3の対向する方向に磁化した一対の平板状永久磁石14, 15を磁化の向きが逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けて前記インナヨーク1とアウトヨーク3間の空隙9内に保持した可動部13と、前記可動部13と一体化すると共に前記軸受け18に挿入したシャフト17から構成している。

【0048】従って、鉄損の中の渦電流損失を低減し、モータ効率が向上すると共に、モータの製造が簡易になり、コストも低減できる。

【0049】（実施例2）図3は本発明の第2実施例によるアウトヨークの分解図である。リニアモータとしての全体構成は、前述の図1, 図2と同様である。

【0050】図3において、アウトヨーク3は透磁率の高い多数の薄板4を多数積み重ねて形成すると共に、3つの磁極6, 7, 8を分割した3個のブロック23, 24, 25から構成している。中央のブロック24に別で巻いたコイル26を挿入した後、3個のブロックを溶接、勘合、カシメ等で合体する。

【0051】以上のように構成されたアウトヨーク3において、コイル26は別で機械を使って整列巻きで巻くため、占積率が向上するので、巻き数一定条件下でアウトヨーク3が小型になり、リニアモータが小型化できる。

【0052】尚、以上の説明ではヨークブロック10が2個の構成で説明したが、ヨークブロック10は複数個であればいくつでも良い。

【0053】また、インナヨーク1、アウトヨーク3が円筒形状でも良い。以上のように本実施例のリニアモータは、アウトヨーク3を3つの磁極6, 7, 8を分割した3個のブロック23, 24, 25から構成し、中央の磁極7にコイル26を挿入した後3個のブロックを合体して構成している。

【0054】従って、コイル12の占積率が高まり、リニアモータが小型化できる。（実施例3）図4は本発明の第3実施例によるアウトヨークの斜視図である。リニアモータとしての全体構成は、前述の図1, 図2と同様である。

【0055】図4において、アウトヨーク3は磁極6, 7, 8と反対面の上下の角40, 41を切り落として構成している。

【0056】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石15から発生した磁束19は、空隙9、インナヨーク1、空隙9、永久磁石14、アウトヨーク3、空隙9を通して永久磁石15に戻ると共に空隙9に静磁界を発生する。インナヨーク1、アウトヨーク3中では薄板2, 5の平面内を循環する。

【0057】ここで、アウトヨーク3においては磁束27の主たる流れはアウトヨーク3の内部から中心付近を流れるので、アウトヨーク3の上下の角28, 29を切り落としたことにより磁束の流れを阻害することはない。中心付近の磁束が1.0Tの時、通常上下の角28, 29における磁束は0.1T以下であることを確認している。また、上下の角28, 29が存在すれば不要な鉄損を生じるものであり、上下の角28, 29を切り落としたことによりアウトヨーク3で発生する鉄損を更に低減する効果がある。

【0058】尚、以上の説明ではヨークブロック10が2個の構成で説明したが、ヨークブロック10は複数個であればいくつでも良い。

【0059】また、インナヨーク1、アウトヨーク3が円筒形状でも良い。以上のように本実施例のリニアモータは、アウトヨーク3の磁極と反対面の角28, 29を切り落として構成している。

【0060】従って、アウトヨーク3の不要な磁束が減少し、鉄損を低減してモータ効率が向上する。

【0061】（実施例4）本発明の第4実施例のリニアモータの構成は、前述の図1, 図2と同様である。

【0062】図1, 図2において、インナヨーク1とア

ウタヨーク 3 を固定するためのベース 1 1 を非磁性体で構成している。具体的には、比透磁率が 1 に近い素材が望ましく、アルミ等が適当である。

【0063】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石 1 5 から発生した磁束 1 9 は、空隙 9、インナヨーク 1、空隙 9、永久磁石 1 4、アウタヨーク 3、空隙 9 を通って永久磁石 1 5 に戻ると共に空隙 9 に静磁界を発生する。インナヨーク 1、アウタヨーク 3 中では薄板 2、4 の平面内を循環する。

【0064】インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 はベース 1 1 と接しているが、ベース 1 1 を非磁性体で構成しているため、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を流れる磁束がベース 1 1 まで循環することはない。ベース 1 1 において不要な渦電流による鉄損を発生することがない。

【0065】尚、以上の説明ではヨークブロック 1 0 が 2 個の構成で説明したが、ヨークブロック 1 0 は複数個であればいくつでも良い。

【0066】また、インナヨーク 1、アウタヨーク 3 が円筒形状でも良い。以上のように本実施例のリニアモータは、ヨークブロック 1 0 を保持するベース 1 1 を非磁性体で構成している。

【0067】従って、ベース 1 1 で鉄損を発生せずモータ効率を向上する。

(実施例 5) 本発明の第 5 実施例のリニアモータの構成は、前述の図 1、図 2 と同様である。

【0068】図 1、図 2 において、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 を固定するためのベース 1 1 を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成している。具体的には、比透磁率が 1 に近く固有抵抗がアルミの 1 0 倍以上は大きい素材が望ましく、SUS 或いはセラミック等が適当である。

【0069】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石 1 5 から発生した磁束 1 9 は、空隙 9、インナヨーク 1、空隙 9、永久磁石 1 4、アウタヨーク 3、空隙 9 を通って永久磁石 1 5 に戻ると共に空隙 9 に静磁界を発生する。インナヨーク 1、アウタヨーク 3 中では薄板 2、4 の平面内を循環する。

【0070】インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 はベース 1 1 と接しているが、ベース 1 1 を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成しているため、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を流れる磁束がベース 1 1 まで循環することはない。ベース 1 1 において不要な渦電流による鉄損を発生することがない。

【0071】また、ベース 1 1 の固有抵抗が高いため、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 で発生した渦電流がベース 1 1 へ漏洩しにくく、ベース 1 1 において不要な渦電流による鉄損を発生することがない。

【0072】尚、以上の説明ではヨークブロック 1 0 が 2 個の構成で説明したが、ヨークブロック 1 0 は複数個

であればいくつでも良い。

【0073】また、インナヨーク 1、アウタヨーク 3 が円筒形状でも良い。以上のように本実施例のリニアモータは、ヨークブロック 1 0 を保持するベース 1 1 を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成している。

【0074】従って、ベース 1 1 で鉄損を発生せずモータ効率を向上する。

(実施例 6) 図 5 は本発明の第 6 実施例によるリニアモータの断面図である。

【0075】1 はインナヨークであり、略長形状で透磁率の高い多数の薄板 2 を多数積み重ねて角柱状に形成している。3 はアウタヨークであり、略長形状で透磁率の高い多数の薄板 4 を多数積み重ねて角柱状に形成すると共に軸方向 5 に 3 つの磁極 6、7、8 を有している。アウタヨーク 3 の磁極 6、7、8 を有する面をインナヨーク 1 に対向して所定空隙 9 を隔ててヨークブロック 1 0 を構成している。そして、1 組のヨークブロックをインナヨーク側を所定間隔を設けて対向させて平板状のベース 1 1 上に保持している。

【0076】ベース 1 1 にはインナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 の幅に等しい幅の凸部 3 0 を設け、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を凸部 3 0 に押し当てて固定して構成している。

【0077】アウタヨーク 3 の 3 つの磁極 6、7、8 に異磁極を交互に形成するように、中央の磁極 7 の周りにコイル 1 2 が巻かれており、コイル 1 2 は 2 個のアウタヨーク 3 に個別に巻かれており、各々のコイル 1 2 は並列に接続されている。

【0078】可動部 1 3 は、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 の対向する方向に磁化した一対の平板状永久磁石 1 4、1 5 と、永久磁石支持体 1 6、シャフト 1 7 から構成している。永久磁石 1 4、1 5 は Nd-Fe-B 系の希土類磁石が望ましく、磁化の向きが交互に逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けて永久磁石支持体 1 6 で固定され、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 内に配置されている。

【0079】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石 1 5 から発生した磁束 1 9 は、空隙 9、インナヨーク 1、空隙 9、永久磁石 1 4、アウタヨーク 3、空隙 9 を通って永久磁石 1 5 に戻ると共に空隙 9 に静磁界を発生する。インナヨーク 1、アウタヨーク 3 中では薄板 2、4 の平面内を循環する。

【0080】ここで、ベース 1 1 にインナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 の幅に等しい幅の凸部 3 0 を設け、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を凸部 3 0 に押し当てて固定して構成したことにより、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 の距離を精度良く確保できる。永久磁石 1 4、1 5 による磁束 1 9 の磁気回路のバラツキが低減されるため、磁束 1 9 のバラツキが低減され、リニアモータの推力の安定度が向上する。併せて、

インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 の距離の精度管理が容易になりリニアモータの製造が簡易になる。

【0081】以上のように本実施例のリニアモータは、ベース 11 にインナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 の幅に等しい幅の凸部 30 を設け、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を凸部 30 に押し当てて固定して構成している。

【0082】従って、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 の距離を精度良く確保できリニアモータの推力のバラツキが低減できると共に、リニアモータの製造が簡易になる。

【0083】（実施例 7）図 6 は本発明の第 7 実施例によるリニアモータの断面図である。

【0084】図 6 において、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 のお互いに対向する面以外の面に密着した非磁性体からなる保持部材 31、32 でインナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を各々ベース 11 に固定して、且つインナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を凸部 30 に押し当てて構成している。

【0085】リニアモータを組む際においては、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を凸部 30 に押し当てて保持部材 30、31 でボルト締め等の方法で各々ベース 11 に固定する。その後、軸受け 18 をベースに取り付け、可動部 13 と一体化したシャフト 17 を、シャフト 17 を軸受け 18 に挿入すると同時に可動部 13 をインナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 に挿入して組み立てる。

【0086】以上のように構成されたリニアモータにおいて、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙 9 の距離を精度良く確保できる。また、リニアモータを組む際において、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 は各々ベース 11 に予め固定しているので、永久磁石 14、15 の磁力により、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 が傾いたりすることはなく、リニアモータの製造が簡易になる。

【0087】以上のように本実施例のリニアモータは、インナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 のお互いに対向する面以外の面に密着した非磁性体からなる保持部材 31、32 でインナヨーク 1 及びアウタヨーク 3 を各々ベース 11 に固定して構成している。

【0088】従って、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 間の空隙距離を精度良く確保できると共に、リニアモータの製造が簡易になる。

【0089】（実施例 8）本発明の第 8 実施例のリニアモータの構成は、前述の図 1、図 2 と同様である。

【0090】図 1、図 2 において、可動部 13 は、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 の対向する方向に磁化した一対の平板状永久磁石 14、15 と、永久磁石支持体 16、シャフト 17 から構成している。そして、可動部 13 の永久磁石支持体 16 を非磁性体で構成している。具

体的には、比透磁率が 1 に近い素材が望ましく、アルミ等が適当である。

【0091】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石 15 から発生した磁束 19 は、空隙 9、インナヨーク 1、空隙 9、永久磁石 14、アウタヨーク 3、空隙 9 を通って永久磁石 15 に戻ると共に空隙 9 に静磁界を発生する。インナヨーク 1、アウタヨーク 3 中では薄板 2、4 の平面内を循環する。

【0092】磁束 19 は一部可動部支持体 16 をも通過しようとするが、可動部支持体 16 を非磁性体で構成しているので、磁束 19 は可動部支持体 16 を殆ど通過することなく、可動部支持体 16 において不要な渦電流による鉄損を発生することがない。

【0093】以上のように本実施例のリニアモータは、可動部 13 を非磁性体で構成したものである。

【0094】従って、可動部の鉄損を低減してモータ効率を向上する。

（実施例 9）本発明の第 9 実施例のリニアモータの構成は、前述の図 1、図 2 と同様である。

【0095】図 1、図 2 において、可動部 13 は、インナヨーク 1 とアウタヨーク 3 の対向する方向に磁化した一対の平板状永久磁石 14、15 と、永久磁石支持体 16、シャフト 17 から構成している。そして、可動部 13 の永久磁石支持体 16 を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成している。具体的には、比透磁率が 1 に近く固有抵抗がアルミの 10 倍以上は大きい素材が望ましい。また、可動部は軽量であることも求められるので、軽量セラミック、ヤング率の高い樹脂材料等が適当である。

【0096】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石 15 から発生した磁束 19 は、空隙 9、インナヨーク 1、空隙 9、永久磁石 14、アウタヨーク 3、空隙 9 を通って永久磁石 15 に戻ると共に空隙 9 に静磁界を発生する。インナヨーク 1、アウタヨーク 3 中では薄板 2、4 の平面内を循環する。

【0097】磁束 19 は一部可動部支持体 16 をも通過しようとするが、可動部支持体 16 を非磁性体で構成しているので、磁束 19 は可動部支持体 16 を殆ど通過することなく、可動部支持体 16 において不要な渦電流による鉄損を発生することがない。

【0098】また、可動部支持体 16 の固有抵抗が高いため、磁束 19 が一部可動部支持体 16 を通過したとしても鉄損を発生することがない。

【0099】以上のように本実施例のリニアモータは、可動部 13 を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成している。

【0100】従って、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。

（実施例 10）図 7 は本発明の第 10 実施例による可動部の斜視図である。リニアモータとしての全体構成は、

前述の図1、図2と同様である。

【0101】図7において、可動部13は口型の一对の可動部ベース33、34と、前記可動部ベース33、34を支えて略立方体状に構成する複数の支柱35と、略立方体状に構成された相対向する2面36、37において、一对の可動部ベース33、34に挟まれると共に所定間隔を設けて配置するためにスペーサ38を間に設けた一对の永久磁石14、15と、両インナヨーク1間の空隙で可動部13とシャフト17を接続する支持部39とから構成している。

【0102】以上のように構成された可動部は構造的な強度が確保され、且つ重量も軽いものであり、インナヨーク1とアウトヨーク3間の空隙9内に、一对の平板状永久磁石14、15を軸方向に所定間隔を設けて精度良く保持できるものである。また、可動部13とシャフト17を接続する支持部39を両インナヨーク1間の空隙に設けているので、可動部が小型になる。

【0103】以上のように本実施例のリニアモータは、可動部13を口型の一对の可動部ベース33、34と、前記可動部ベース33、34を支えて略立方体状に構成する複数の支柱35と、略立方体状に構成された相対向する2面36、37において、一对の可動部ベース33、34に挟まれると共に所定間隔を設けて配置するためにスペーサ38を間に設けた一对の永久磁石14、15と、前記インナヨーク1間の空隙で可動部13とシャフト17を接続する支持部39とから構成している。

【0104】従って、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になるという作用を有する。

【0105】（実施例11）本発明の第11実施例の可動部の構成は、前述の図7と同様であり、リニアモータとしての全体構成も、前述の図1、図2と同様である。

【0106】図7において、可動部13は口型の一对の可動部ベース33、34と、前記可動部ベース33、34を支えて略立方体状に構成する複数の支柱35と、略立方体状に構成された相対向する2面36、37において、一对の可動部ベース33、34に挟まれると共に所定間隔を設けて配置するためにスペーサ38を間に設けた一对の永久磁石14、15と、両インナヨーク1間の空隙で可動部13とシャフト17を接続する支持部39とから構成している。

【0107】ここで、永久磁石14、15に接する可動部ベース33、34とスペーサ38を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成している。具体的には、比透磁率が1に近く固有抵抗がアルミの10倍以上は大きい素材が望ましい。また、可動部は軽量であることも求められるので、軽量セラミック、ヤング率の高い樹脂材料等が適当である。

【0108】また、永久磁石14、15に接しない支持部39については、比透磁率が1に近いアルミ等の素材が望ましい。

【0109】以上のように構成されたリニアモータにおいて、永久磁石15から発生した磁束19は、空隙9、インナヨーク1、空隙9、永久磁石14、アウトヨーク3、空隙9を通して永久磁石15に戻ると共に空隙9に静磁界を発生する。インナヨーク1、アウトヨーク3中では薄板2、4の平面内を循環する。

【0110】磁束19は一部可動部ベース33、34、スペーサ38、支持部39をも通過しようとするが、可動部ベース33、34、スペーサ38、支持部39を非磁性体で構成しているので、磁束19は可動部ベース33、34、スペーサ38、支持部39を殆ど通過することなく、可動部ベース33、34、スペーサ38、支持部39において不要な渦電流による鉄損を発生することがない。

【0111】また、永久磁石14、15に接する可動部ベース33、34、スペーサ38の固有抵抗が高いため、磁束19が一部可動部支持体16を通過したとしても鉄損を発生することがない。

【0112】以上のように本実施例のリニアモータは、可動部ベース33、34とスペーサ38を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成し、支持部を非磁性体で構成している。

【0113】従って、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になると共に、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0114】（実施例12）本発明の第12実施例の可動部の構成は、前述の図7と同様であり、リニアモータとしての全体構成も、前述の図1、図2と同様である。

【0115】図7において、可動部13は口型の一对の可動部ベース33、34と、前記可動部ベース33、34を支えて略立方体状に構成する複数の支柱35と、略立方体状に構成された相対向する2面36、37において、一对の可動部ベース33、34に挟まれると共に所定間隔を設けて配置するためにスペーサ38を間に設けた一对の永久磁石14、15と、両インナヨーク1間の空隙で可動部13とシャフト17を接続する支持部39とから構成している。

【0116】ここで、可動部ベース33、34、支柱35、スペーサ38、支持部39の接続固定に、非磁性体で且つ固有抵抗の高いSUS等のネジ、ボルトを使用している。

【0117】以上のように構成された可動部では、鉄損を更に低減する。以上のように本実施例のリニアモータは、可動部ベース33、34、支柱35、スペーサ38、支持部39を非磁性体で且つ固有抵抗の高いSUS等のネジ、ボルトで接続固定して構成している。

【0118】従って、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上するという作用を有する。

【0119】

【発明の効果】以上説明したように請求項1に記載の発

明は、略長方形形状で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成した角柱状のインナヨークと、略長方形形状で透磁率が高い薄板を多数積み重ねて形成すると共に軸方向にスロットを切り欠いたアウトヨークと、前記アウトヨークの軸方向に異磁極を交互に形成するように3個の磁極の中央の磁極に巻き付けたコイルと、前記アウトヨークの磁極を有する面をインナヨークに対向して所定空隙を隔てて構成したヨークブロックと、1組のヨークブロックをインナヨーク側を所定間隔を設けて対向させて保持する平板状のベースと、両インナヨークの中心に位置するようにベースを取り付けた軸受けと、前記インナヨークとアウトヨークの対向する方向に磁化した一对の平板状永久磁石を磁化の向きが逆向きになるように軸方向に所定間隔を設けて前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙内に保持した可動部と、前記可動部と一体化すると共に前記軸受けに挿入したシャフトから構成したことにより、インナヨーク、アウトヨークの鉄損を低減してモータ効率を向上すると共に、リニアモータの製造が簡易になる。

【0120】また、請求項2に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、アウトヨークを3つの磁極を分割した3個のブロックから構成し、中央の磁極にコイルを挿入した後3個のブロックを合体して構成したことにより、コイルの占積率が高まり、リニアモータが小型化できるという作用を有する。

【0121】また、請求項3に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、アウトヨークの磁極と反対面の角を切り落として構成したことにより、アウトヨークの不要な磁束が減少し、鉄損を低減してモータ効率を向上する。

【0122】また、請求項4に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で構成したことにより、ベースの鉄損を低減してモータ効率を向上する。

【0123】また、請求項5に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、ヨークブロックを保持するベースを非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成したことにより、ベースの鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。

【0124】また、請求項6に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、ベースに前記インナヨークとアウトヨーク間の空隙幅に等しい幅の凸部を設け、インナヨーク及びアウトヨークを凸部に押し当てて固定して構成したことにより、インナヨークとアウトヨーク間の空隙距離を精度良く確保できると共に、リニアモータの製造が簡易になる。

【0125】また、請求項7に記載の発明は、請求項6記載リニアモータにおいて、インナヨーク及びアウトヨークのお互いに対向する面以外の面に密着した非磁性体からなる保持部材でインナヨーク及びアウトヨークを各

々ベースに固定して構成したことにより、インナヨークとアウトヨーク間の空隙距離を精度良く確保できると共に、リニアモータの製造が簡易になる。

【0126】また、請求項8に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、可動部を非磁性体で構成したことにより、可動部の鉄損を低減してモータ効率を向上する。

【0127】また、請求項9に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、可動部を非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成したことにより、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。

【0128】また、請求項10に記載の発明は、請求項1記載リニアモータにおいて、可動部を口型の1組の可動部上下ベースと、前記可動部上下ベースを支えて略立方体状に構成する複数の支柱と、前記一对の永久磁石を所定間隔を設けて配置するために永久磁石間に設けたスペーサと、両インナヨーク間の空隙で可動部とシャフトを接続する支持部とから構成したことにより、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になる。

【0129】また、請求項11に記載の発明は、請求項10記載リニアモータにおいて、可動部ベースとスペーサを非磁性体で且つ固有抵抗の高い素材で構成し、支持部を非磁性体で構成したことにより、可動部の強度が確保され、リニアモータの製造が簡易になると共に、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。

【0130】また、請求項12に記載の発明は、請求項10記載リニアモータにおいて、前記可動部ベース、支柱、スペーサ、支持部を非磁性体で且つ固有抵抗の高いSUS等のネジ、ボルトで接続固定して構成したことにより、可動部の鉄損を更に低減してモータ効率を向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のリニアモータの断面図

【図2】図1におけるA-A断面図

【図3】本発明の第2実施例のアウトヨークの分解図

【図4】本発明の第3実施例のリニアモータの斜視図

【図5】本発明の第6実施例のリニアモータの断面図

【図6】本発明の第7実施例のリニアモータの断面図

【図7】本発明の第10実施例の可動部の斜視図

【図8】従来例のリニアモータの断面図

【符号の説明】

- 1 インナヨーク
- 2, 4 薄板
- 3 アウトヨーク
- 5 軸
- 9 空隙
- 10 ヨークブロック
- 12 コイル
- 14, 15 永久磁石
- 17 シャフト

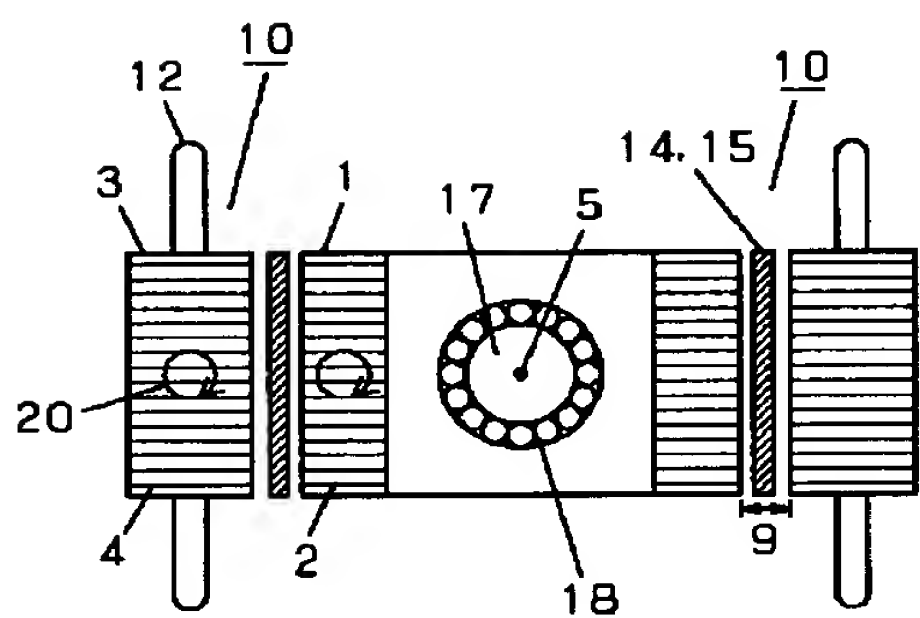
17

18

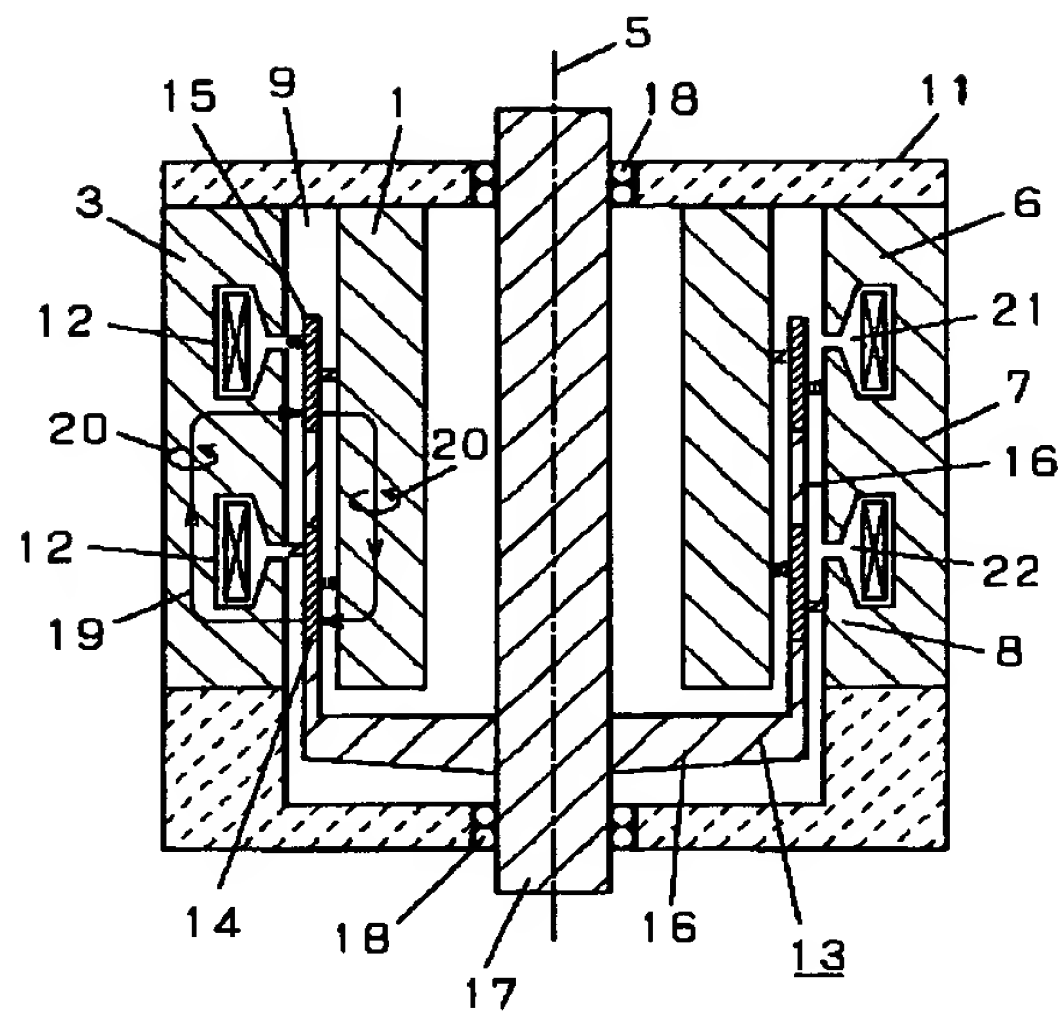
18 軸受け

【図 1】

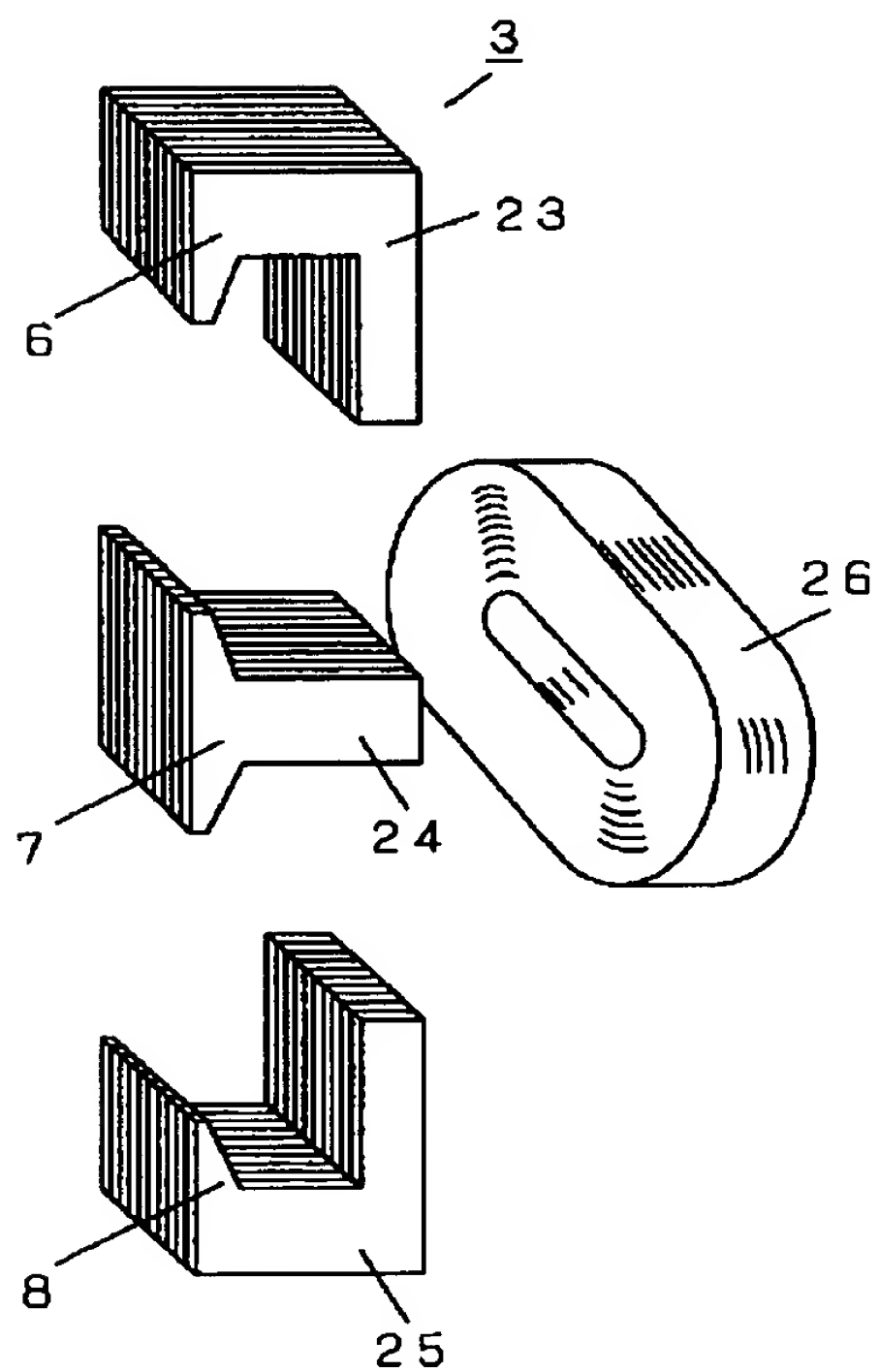
- 1 インナヨーク
 2, 4 薄板
 3 アウタヨーク
 5 軸
 9 空隙
 10 ヨークブロック
 12 コイル
 14, 15 永久磁石
 17 シャフト
 18 軸受け



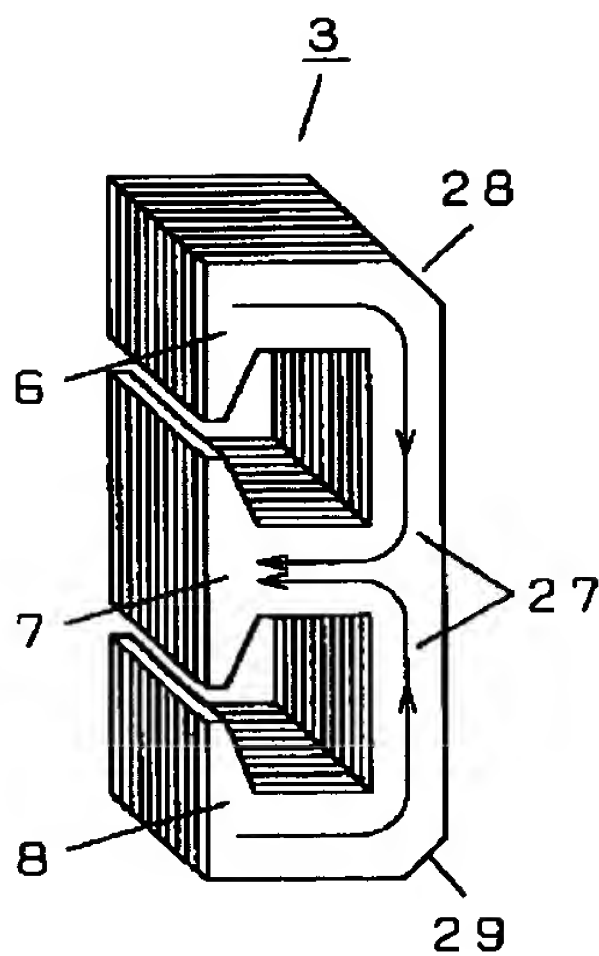
【図 2】



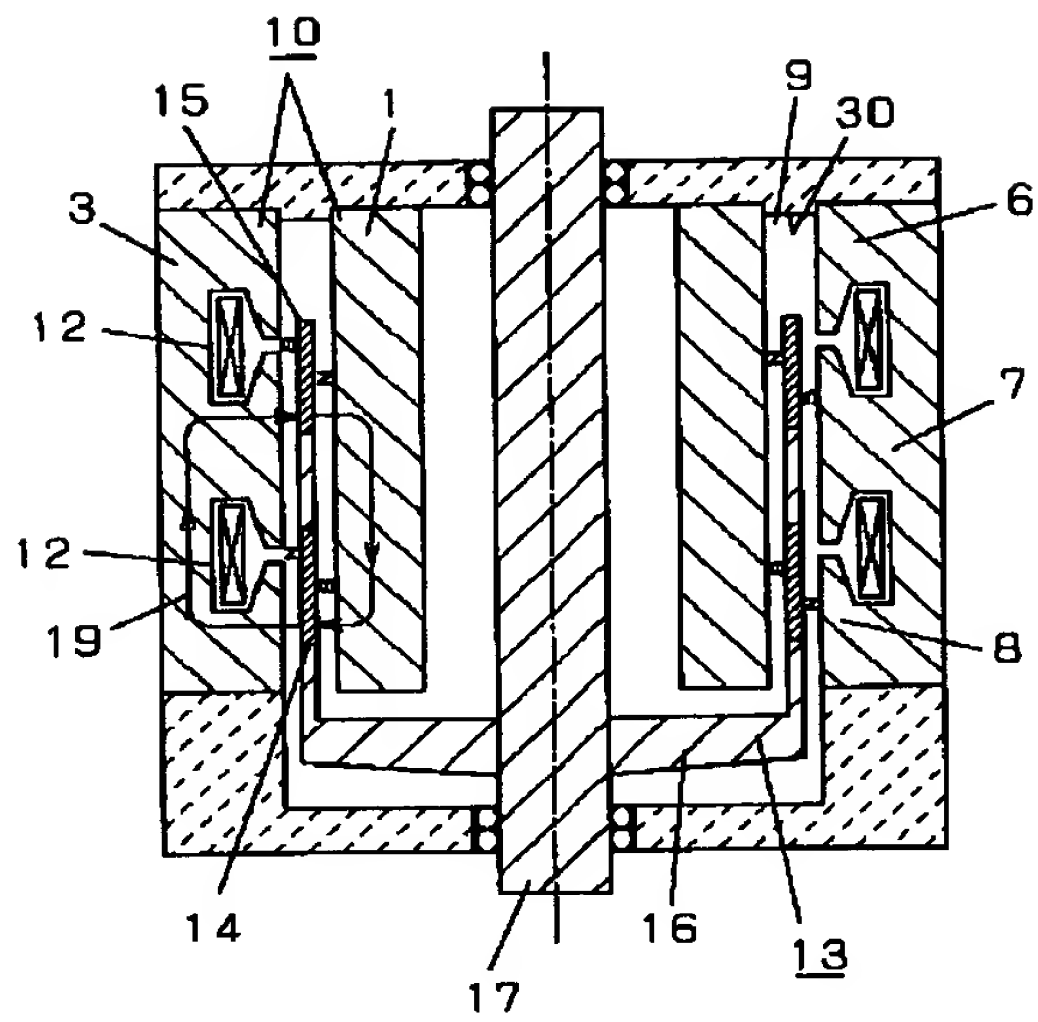
【図 3】



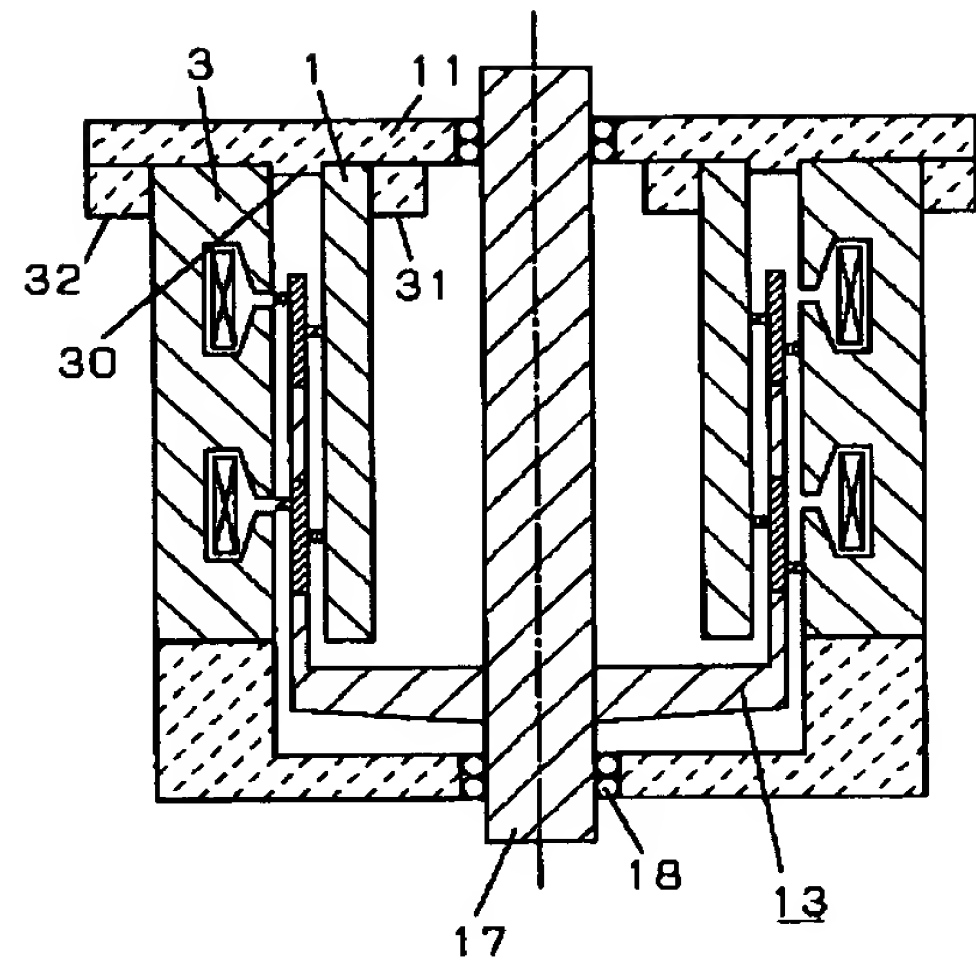
【図 4】



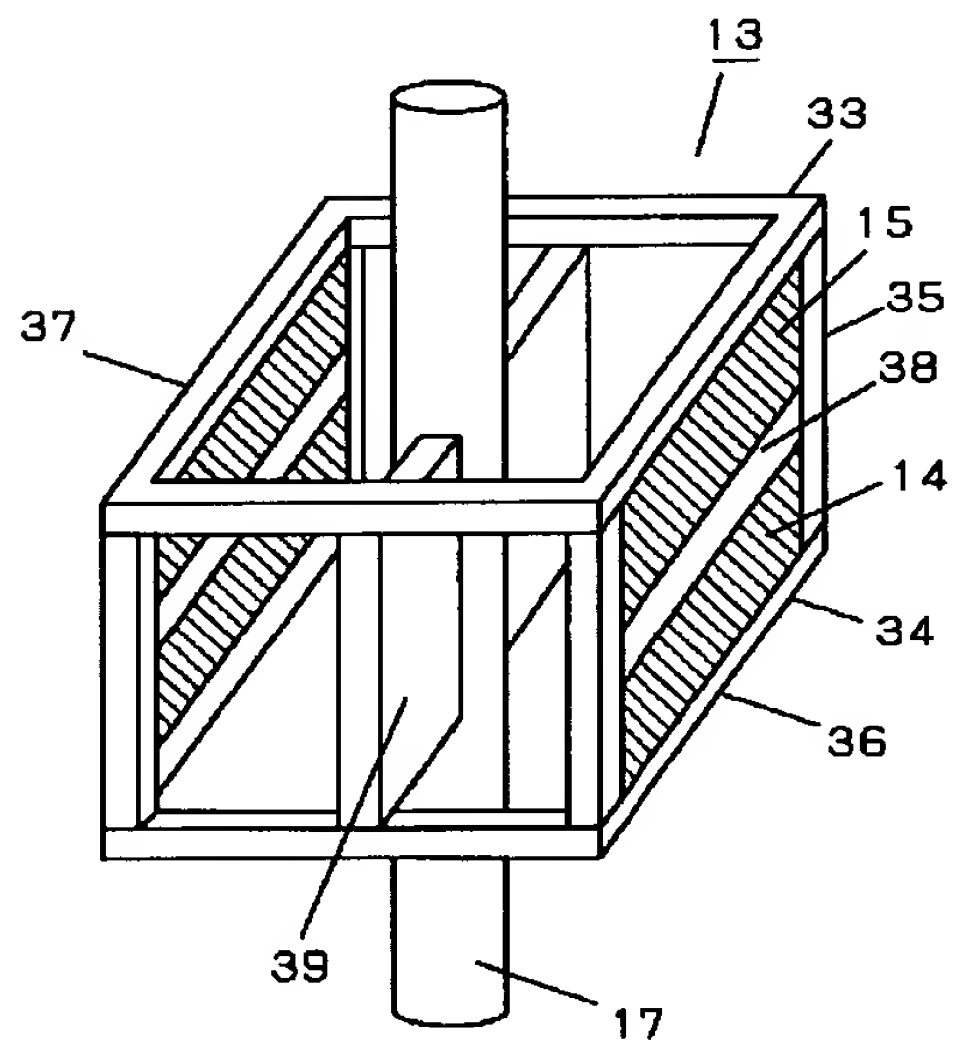
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

